

Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 34 (1954)

Heft: 1

Artikel: Korngrösse und Carbongehalt in klastischen Sedimenten : eine
Berichtigung

Autor: Brückner, Werner

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-27134>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Korngröße und Carbonatgehalt in klastischen Sedimenten, eine Berichtigung

Von *Werner Brückner* (Achimota, Gold Coast)

Mit 3 Tabellen

Abstract: This paper corrects the views put forward in an earlier publication¹⁾ comparing the accuracy of granulometric analyses of some poorly consolidated, carbonate-bearing, polygenic sandstones, which had been subjected to disintegration in both water and hydrochloric acid. The errors found after disintegration with water depend on the degree of cementation, those found after treatment with acid are due to differential carbonate content of the size fractions. The latter depends on differential wear of the large and small carbonate grains before their deposition, as well as on varying diagenetic recrystallisation of the fine-grained carbonate matter.

In einer früheren Arbeit¹⁾ wurden an einigen wenig verfestigten Sandsteinen aus der Molasse der oberen Emmentäler²⁾ die Beziehungen zwischen Korngröße und Carbonatgehalt untersucht, um den Einfluss von Säurebehandlung solcher Gesteine auf granulometrische Analysen festzustellen. Dazu waren die Gesteine in Wasser mechanisch aufbereitet und mit Siebsatz und Sedimentier-Zylinder in Korngrößen-Fractionen zerlegt worden. Der Carbonatgehalt der einzelnen Fractionen war dann als Gewichtsverlust nach Salzsäurebehandlung bestimmt und die Rückstände erneut im Siebsatz durchgeschüttelt worden, da durch den Lösungsprozess „zu kleine“ Körner freigesetzt worden waren. Die wesentlichen Resultate und Folgerungen waren folgende:

1. Wasser- und Salzsäure-Aufbereitung ergaben abweichende Bilder der Korngrößenverteilung (Tabelle 1 der früheren Arbeit). Vor unbedenk-

¹⁾ W. BRÜCKNER: Über die Veränderung der Korngrößenverteilung bei Aufbereitung karbonatreicher Gesteine mit Säuren und ihre Ursachen. — Schweiz. Min. Petr. Mitt., vol. 19, p. 251—260, 1939.

²⁾ Probe 1: Knauersandstein des Burdigalien; Proben 2 und 3: Granitische Sandsteine des Ober-Stampien; Proben 4, 5 und 6: Granitische Sandsteine des Aquitanien.

licher Säureaufbereitung carbonatreicher Gesteine wurde deshalb gewarnt.

2. Der Carbonatgehalt sank mit abnehmender Korngrösse ab bis zu einem Minimum, stieg dann zu einem Maximum an, um im feinsten Korngrössenbereich wiederum abzusinken. Die Lage von Minimum und Maximum schien in Beziehung zur maximalen Korngrösse der Proben zu stehen. Die Differenz zwischen Minimum und Maximum (bzw. die „Steilheit“ der Carbonatverteilungs-Kurven) war indessen von Probe zu Probe verschieden (Tabelle 2 der früheren Arbeit).

Das Minimum wurde mit der Schwebgrenze (= Abrollungsgrenze) während des letzten Transports des Sedimentmaterials in Beziehung gebracht, das Maximum als Gleichgewichtspunkt zwischen Anfall von Carbonatsilt und -schlamm infolge von Abrieb der gröberen Carbonat-Komponenten einerseits und Weglösung der feinen Carbonat-Partikel im transportierenden Wasser andererseits gedeutet. Die schwer verständlichen Unterschiede in der Carbonatkurven-Steilheit wurden mit Unterschieden im Abrollungsprozess in Abhängigkeit von der Dauer des letzten Transportes erklärt.

3. Der Anfall „zu kleiner“ Körner durch die Säurebehandlung der Fraktionen schien mehr oder weniger regellos zu sein (Tabelle 3 der früheren Arbeit). Zwei Ursachen wurden dafür angenommen: Erstens und hauptsächlich Zerfall von in Wasser unzerlegbaren Korn-Aggregaten, zweitens und untergeordnet Freisetzung kleiner unlöslicher Partikel aus carbonathaltigen Gesteinsbruchstückchen.

Einige Bedenken, die sich in anderem Zusammenhang ergaben, veranlassten den Verfasser, seine damaligen Untersuchungen zu überprüfen. Zwei Punkte besonders waren „verdächtig“:

1. Bei der Freisetzung der „zu kleinen“ Körner durch Säurebehandlung schien keine Regel zu herrschen;

2. Die Deutung der „Carbonatverteilungs-Kurven“ mit ihren so unterschiedlich ausgeprägten Minima und Maxima erschien unbefriedigend.

Zur Abklärung wurde zunächst der relative Verfestigungsgrad der Proben festgestellt: Probe 4 war am wenigsten konsolidiert, Probe 3 wenig besser, Proben 1 und 6 wiederum etwas besser, und Proben 2 und 5 relativ am besten.

Ferner wurde die Verteilung des Carbonats in Dünnschliffen³⁾ studiert. Es ergab sich, dass es in allen Proben ein mehr oder weniger

³⁾ Herrn K. RÜDIGER, der diese Schliffe mit viel Mühe anfertigte, sei auch an dieser Stelle dankbare Anerkennung ausgesprochen.

Tabelle A. Korngrößenverteilung der Proben in Prozent

a: nach Aufbereitung in Wasser.

c: nach Entfernung des säurelöslichen Anteils der Fraktionen und Nachsieben der freigesetzten „zu kleinen“ Körner.

d: „wirkliche“ Korngrößenverteilung, erhalten durch Berücksichtigung der nach-gesiebten „zu kleinen“ Körner im a-Resultat.

c—a, a—d und c—d: Differenzen zwischen den drei Ergebnissen (Maxima fett).

Probe-Nr.	Größenfraktionen in mm					Max. Korngrösse in mm ⁴⁾	Carbonat-Anteil der ganzen Probe in Prozent	
	< 0,1	0,1— 0,35	0,35— 0,5	0,5— 1,0	> 1,0			
1	a	30,0	65,8	3,7	0,5	—	0,85	27,6
	c	34,4	63,0	2,3	0,3	—		
	d	36,3	60,7	2,7	0,3	—		
	c—a	4,4	-2,8	-1,4	-0,2	—		
	a—d	-6,3	5,1	1,0	0,2	—		
	c—d	-1,9	2,3	-0,4	—	—		
2 A ⁵⁾	a	21,0	38,2	30,2	10,5	0,1	1,15	8,7
	c	23,0	36,5	31,0	9,4	0,1		
	d	23,4	36,9	29,9	9,7	0,1		
	c—a	2,0	-1,7	0,8	-1,1	—		
	a—d	-2,4	1,3	0,3	0,8	—		
	c—d	-0,4	-0,4	1,1	-0,3	—		
3	a	7,8	23,5	31,9	35,5	1,3	2,25	24,9
	c	6,7	19,0	34,9	37,9	1,5		
	d	9,3	24,6	31,8	33,1	1,2		
	c—a	-1,1	-4,5	3,0	2,4	0,2		
	a—d	-1,5	-1,1	0,1	2,4	0,1		
	c—d	-2,6	-5,6	3,1	4,8	0,3		
4	a	12,3	25,4	33,7	26,9	1,7	2,20	24,1
	c	7,5	22,2	36,7	31,9	1,7		
	d	13,5	26,3	32,3	26,4	1,5		
	c—a	-4,8	-3,2	3,0	5,0	—		
	a—d	-1,2	-0,9	1,4	0,5	0,2		
	c—d	-6,0	-4,1	4,4	5,5	0,2		
5	a	19,0	24,8	18,0	33,6	4,6	1,75	18,5
	c	22,8	25,5	18,5	29,6	3,6		
	d	?	?	?	?	?		
	c—a	3,8	0,7	0,5	-4,0	-1,0		
	a—d	?	?	?	?	?		
	c—d	?	?	?	?	?		
6	a	7,8	14,1	14,9	56,3	6,9	2,05	15,0
	c	8,2	12,0	14,4	59,4	6,0		
	d	9,7	14,2	14,3	55,9	5,9		
	c—a	0,4	-2,1	-0,5	3,1	-0,9		
	a—d	-1,9	-0,1	0,6	0,4	1,0		
	c—d	-1,5	-2,2	0,1	3,5	0,1		

⁴⁾ Aus den gemessenen grössten (a), mittleren (b) und kleinsten (c) Durchmesser der grössten Körner nach der Formel $\sqrt[3]{a \cdot b \cdot c}$ berechnet.

⁵⁾ Probe 2 wurde in zwei Parallelversuchen (A und B) analysiert. In Tabelle A und C sind nur die A-Werte, in Tabelle B nur die B-Werte aufgeführt.

rekristallisiertes Calcit-Bindemittel bildet. Nur Probe 5 enthält Carbonat ausserdem als Grundmasse flyschartiger Gesteinsbruchstückchen, als Zeretzungsprodukt in Feldspäten und als Äderchenfüllung in zerklüfteten Sandkörnern.

In den Tabellen A, B und C dieser Arbeit sind die alten, jedoch z. T. revidierten Zahlen mit den neuen Ergebnissen zusammengestellt.

Tabelle A zeigt die Korngrössenverteilung der Proben. Die a- und c-Linien geben die Resultate nach Aufbereitung in Wasser, bzw. in Salzsäure wieder; diese Zahlen sind der früheren Arbeit entnommen. Die d-Linien enthalten die „wirkliche“ Korngrössenverteilung, deren Berechnung weiter unten erläutert ist. Ausserdem sind die Unterschiede zwischen den drei Reihen aufgeführt: die c – a-Linien zeigen die Abweichung des „Säureresultats“ vom „Wasserergebnis“, die a – d-Linien die Abweichung des „Wasserergebnisses“ von der „wirklichen“ Korngrössenverteilung, und die c – d-Linien die Abweichung des „Säureresultats“ von der „wirklichen“ Korngrössenverteilung.

Tabelle B. *Relative Carbonatanteile der einzelnen Fraktionen*

bezogen auf ihren mittleren Carbonatgehalt als Einheit (100); Minima und Maxima fett.

Probe-Nr.	Grössenfraktionen in mm						Mittl. Carbonatgehalt ^{*)}	Durchmesser der größten häufigen Sammelkristalle der Calcitgrundmasse in mm (approximativ)
	< 0,05	0,05—0,1	0,1—0,35	0,35—0,5	0,5—1,0	> 1,0		
1	131	117	76	91	(114)	—	30,4	0,2
2 B ^{*)}	171	149	126	69	81	—	7,3	0,35
3	235	291	222	88	64	79	19,8	0,5
4	293	404	218	80	50	78	16,9	0,5
5	186	183	122	102	87	91	15,8	relativ klein
6	286	384	185	90	63	76	15,5	0,5

^{*)} Der mittlere Carbonatgehalt ist berechnet nach der Formel:

$$\frac{M_0 \cdot (d_1 - d_{\min}) + M_1 \cdot (d_2 - d_1) + \dots + M_n \cdot (d_{\max} - d_n)}{d_{\max}},$$

worin M_0, M_1, \dots, M_n die prozentualen carbonatischen Anteile der ersten, zweiten, ..., letzten Fraktion, d_{\min} (praktisch = 0) und d_{\max} die minimale und die maximale Korngrösse und d_1, d_2, \dots, d_n die Korndurchmesser der Fraktionsgrenzen bedeuten.

Tabelle B enthält den relativen Carbonatgehalt der Einzelfractionen, bezogen auf deren mittleren Carbonatgehalt als Einheit. Die im Schliff approximativ bestimmten Durchmesser der grössten häufigen Sammelkristalle des Calcit-Bindemittels sind beigegefügt. Die Tabelle zeigt somit die Abhängigkeit der Carbonatverteilung von der Korngrösse im allgemeinen und vom Grade der Sammelkristallisation im besonderen.

Tabelle C. *Durch Säure freigesetzte „zu kleine“ Körner in Abhängigkeit von Verfestigungsgrad und Gesamt-Carbonatgehalt der Proben*

Probe-Nr.	I relativer Verfestigungsgrad der Probe (1=schwächste, 4=stärkste beobachtete Verfestigung)	Gesamtanfall „zu kleiner“ Nicht-Carbonat-Körner		IV Gesamt-Carbonatgehalt in Prozent der ganzen Probe	V Vermutbarer Gesamt-Anfall „zu kleiner“ Carbonat-Körner in Prozent der ganzen Probe
		II in Prozent der Summe von Carbonatgehalt und „zu kleinen“ Körnern	III in Prozent der ganzen Probe		
4	1	13,0	3,6	24,1	1,1
3	2	17,8	5,4	24,9	1,9
1	3	20,7	7,2	27,6	2,7
6	3	25,4	5,1	15,0	0,9
2A ⁵⁾	4	40,0	5,8	8,7	0,6
5	4	40,6	12,6	18,5	?

Tabelle C schliesslich bringt die bei der Säurebehandlung freigesetzten „zu kleinen“ Körner mit dem Verfestigungsgrad und dem Gesamt-Carbonatgehalt der Proben in Beziehung.

Beginnen wir die Diskussion der Ergebnisse mit den „zu kleinen“ Körnern (Tabelle C): Die Schliffuntersuchungen bestätigten die früheren Annahmen über deren Herkunft; sie erlauben zudem folgende Präzisierung: In den Proben 1—4 und 6 war anhaftendes Calcit-Bindemittel allein die Ursache, dass die Körnchen nicht gleich in die richtigen Fractionen gelangten. In Probe 5 mit ihrem besonders hohen Gehalt an „zu kleinen“ Körnchen (siehe Kolumne III) wurde eine zusätzliche Menge aus carbonathaltigen größeren Sandkörnern freigesetzt.

Mit diesen Beobachtungen wurde klar, dass die früher vermisste Gesetzmässigkeit im Auftreten der „zu kleinen“ Körner in unterschiedlicher Verkittung gesucht werden musste. Sie ergab sich in der Tat, nachdem die „zu kleinen“ Körner noch in Beziehung zum Gesamt-Carbo-

⁵⁾ Siehe Fussnote Seite 171.

natgehalt der Proben gesetzt wurden, dessen Höhe ja bis zu einem gewissen Grade die Möglichkeit von Verkittung beeinflusst (siehe Kolumnen I und II).

Natürlich muss die Verkittung nicht nur nicht-carbonatische Körner, sondern auch die carbonatischen selbst betroffen haben. Bei vollkommener Aufbereitung wäre gewiss auch ein Teil der letzteren in Fraktionen kleinerer Durchmesser gewandert. Nimmt man an, Carbonat- und Nicht-Carbonat-Partikel seien in den verkitteten Aggregaten im gleichen Mengenverhältnis wie in den ganzen Proben vertreten gewesen, so ergeben sich die in Kolumne V der Tabelle C aufgeführten Mengen „zu kleiner“ Carbonat-Körner.

Wir müssen als nächsten Punkt die früheren Ableitungen über die Ursachen der ungleichen Carbonatverteilung revidieren (Tabelle B⁷⁾). Da die Dünnschliffe aufdeckten, dass das Carbonat der feineren Fraktionen hauptsächlich in Form von diagenetisch mehr oder weniger rekristallisierten Calcitkörnchen vorliegt, sind die auf sedimentären Vorgängen aufgebauten Deutungsversuche zum grössten Teil illusorisch. Es zeigte sich vielmehr, dass das Minimum der Carbonatkurven ungefähr mit der maximalen und das Maximum mit der vorherrschenden Sammelkristallgrösse zusammenfällt. Unterhalb des Minimums geben die Kurven also die Korngrössenverteilung der Calcit-Sammelkristalle wieder, und die Unterschiede in der Kurvensteilheit von Probe zu Probe sind als Variationen der Sammelkristallisation zu deuten.

Nur im Korngrössen-Intervall oberhalb des Minimums können also aus der Carbonatverteilung der untersuchten Proben direkte Schlüsse über sedimentäre Vorgänge gezogen werden, und es war wohl richtig, die Carbonat-Abnahme mit abnehmender Korngrösse in diesem Bereich durch stärkeren Abrollungsschwund der kleineren Körner zu erklären. Unterhalb des Minimums hat die diagenetische Sammelkristallisation die ursprüngliche Korngrössenverteilung der Carbonat-Partikel zerstört. Das Carbonat ist dort zwar angereichert, was zur Hypothese seiner Akkumulation unterhalb der Abrollungsgrenze passt, doch lässt sich nicht mehr entscheiden, ob es wirklich klastischer Abkunft war und gleichzeitig mit dem Sand sedimentiert wurde, oder ob diagenetischer Stoffaustausch, Zu- oder Abwanderung, den ursprünglichen Carbonatgehalt verändert hat. Die Fragen der sedimentären Carbonatverteilung in den feineren Fraktionen klastischer Sedimente müssen somit an gänzlich unverfestigten

⁷⁾ Die eben erwähnten, theoretisch zu fordernden und relativ unbedeutenden Mengen „zu kleiner“ Carbonat-Partikel sind in dieser Tabelle nicht berücksichtigt, da sie im einzelnen natürlich nicht zu ermitteln sind.

Ablagerungen (z. B. an den rezenten Fluss- und Delta-Absätzen der Nordalpentäler) erneut studiert werden.

Es bleibt noch übrig, die relative Genauigkeit der Korngrößen-Analysen nach Wasser-, bzw. Säureaufbereitung zu besprechen (Tabelle A). Da die Aufbereitung der Proben mit Wasser infolge der leichten Verkittung nicht vollkommen gelungen war, können die a-Linien der Tabelle der „wirklichen“ Korngrößenverteilung ebensowenig entsprechen wie die c-Linien, die der ungleichmässigen Carbonatverteilung wegen Abweichungen zeigen müssen. Um die „wirkliche“ Korngrößenverteilung zu erhalten, hätten in den Analysen alle die in den „zu grossen“, verkitteten Aggregaten gebundenen Partikel carbonatischer und nicht-carbonatischer Natur voneinander gelöst und in die richtigen Fraktionen gebracht werden müssen. Dies Ziel war nur rechnerisch und nur angenähert zu erreichen, indem man von den Resultaten ausging, die sich nach Wasseraufbereitung ergaben, und diese Zahlen durch Subtraktion, bzw. Addition der durch die Säurebehandlung freigesetzten und nachgesiebten Mengen der nicht-carbonatischen „zu kleinen“ Körner korrigierte; dies ergab die d-Linien der Tabelle A. Zu einer theoretisch zufordernden analogen Korrektur für die in den verkitteten Aggregaten festgehaltenen carbonatischen Partikel fehlten die Voraussetzungen, doch konnte es sich, wie die Zahlen in Kolumne V der Tabelle B zeigen, dabei nur um geringfügige Änderungen handeln, die überdies in den Analysen vermutlich schon auf andere Weise kompensiert worden waren. Wahrscheinlich waren nämlich etliche Calcitkristalle der Grundmasse bei der mechanischen Aufbereitung in Wasser entlang ihren Spaltflächen zerbrochen und ihre Bruchstücke in feinere Fraktionen geraten, als den unversehrten Körnern zukam. Die d-Linien geben somit die „wirkliche“ Korngrößenverteilung in der bestmöglichen Annäherung wieder, ausgenommen für Probe 5, deren „zu kleine“ Körner aus zweiter Quelle bei dieser Berechnungsart eine Überkompensation des Aufbereitungsfehlers verursacht hätten.

Ein Vergleich der in Tabelle A aufgeführten Differenzen erlaubt, die Grösse der Aufbereitungsfehler für jeden Fall festzustellen. In den Proben 1 und 2 ergab Säure die besseren Resultate als Wasser, d. h. die Fehlerquelle der Verkittung überwog diejenige der ungleichmässigen Carbonatverteilung. In den Proben 3, 4 und 6 war es umgekehrt. Probe 5 kann aus dem schon genannten Grunde nicht sicher beurteilt werden. Fragt man sich, warum die Säureaufbereitung in den Proben 1 und 2 relativ geringere Fehler hervorrief, so findet man, dass dies bei beiden Proben am relativ schmalen Korngrößenbereich lag, der die Unterschiede in der Carbonat-

verteilung in den relativ größeren Fraktionsintervallen weniger sichtbar machte. In Probe 2 kam als zweiter dämpfender Faktor der geringe Total-Carbonatgehalt dazu.

Abschliessend lässt sich sagen, dass folgende Faktoren bei der Korngrössen-Analyse klastischer carbonathaltiger Gesteine zu berücksichtigen sind:

1. der vorliegende Korngrössenbereich,
2. der Gesamt-Carbonatgehalt,
3. die Verkittung,
4. die relative Carbonat-Verteilung in Abhängigkeit von der Korngrösse.

Die Zerstörung der Carbonate mit Säuren zum Zwecke der Aufbereitung kann Fehler verursachen, welche sowohl mit Zunahme des Gesamt-Carbonatgehalts als mit zunehmender Breite des Korngrössenbereichs wachsen. Die Aufbereitung solcher Proben in Wasser führt ebenfalls zu fehlerhaften Resultaten, sobald sie auch nur leicht verkittet sind⁸⁾; diese Fehler wachsen mit steigendem Verkittungsgrade.

Sind eine oder mehrere dieser Fehlerquellen in nennenswertem Masse vorhanden, muss man entweder grössere Fehler in Kauf nehmen oder von Aufbereitung für Sieb- und Sedimentations-Analysen absehen. Messungen in Dünnschliffen mögen in solchen Fällen gute Dienste leisten, doch ist dabei zu bedenken, dass die Schliffdicke die Bildung von Fraktionen im Korngrössenbereich unterhalb ca. 0,05 mm Durchmesser verunmöglicht. In jedem Fall empfiehlt es sich, unter dem Mikroskop zu prüfen, wie die Verhältnisse liegen, bevor die Analysenmethode gewählt wird.

Eingegangen: 12. Juni 1953

⁸⁾ Verkittung leichteren Grades könnte vermutlich mit einem der chemisch neutralen Aufbereitungsmittel noch befriedigend aufgespalten werden.